

I - B 301

液状化地盤と杭基礎との動的相互作用に関する実験的研究

大成建設（株） 正会員 名合 牧人 立石 章 堀越 研一
藤原 齊郁 古池 章紀

1. はじめに

阪神・淡路大震災において液状化による基礎構造物の被害が多数報告されており、液状化地盤と基礎構造物との動的相互作用が重要な研究課題になっている。この課題に対して、著者らは以前よりケーソン基礎を対象として実験的および解析的研究を行い報告^{1), 2)}した。今回は杭基礎を対象として遠心模型による液状化実験を実施したので、その結果を報告する。

2. 実験概要

砂は豊浦砂、間隙流体はシリコンオイルを用い、模型地盤は $Dr=50\%$ の均一地盤とした。杭模型は、 $\phi 600$ の中実コンクリートを想定し、 EI がほぼ同程度となるように、外径 12mm、内径 11mm の真鍮を用いた。杭模型は 3×3 の 9 本用い、杭下端はピン結合とし、フーチング下面と地表面との間は 20mm とした。フーチングおよび上部工は総重量が原型換算で 670tf となるステンレス製のものをを用いた。遠心模型の作成手法は、長さ 56cm $\times$ 奥行き 25cm $\times$ 高さ 30cm のせん断容器に杭模型を途中セットしながら砂を空中落下法により詰め、この遠心模型とシリコンオイルタンクとを脱気槽の中に入れ、双方に負圧を作用させながら、ヘッド差を利用して徐々に飽和させるものを用いた。図 1 に遠心模型と計測器配置を示す。遠心加速度は 50G とした。加振波は兵庫県南部地震時のポートアイランド GL-83m の基盤層で観測された EW 成分を採用した。その加振波を図 2 に示す。実験ケースはケース 1 として $A_{max}=304\text{Gal}$ とケース 2 として $A_{max}=121\text{Gal}$ の 2 ケースとした。

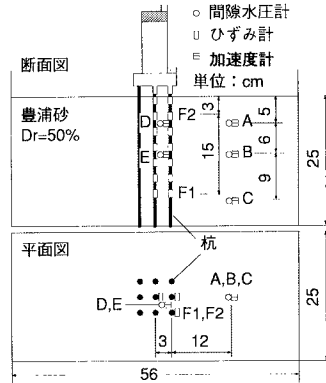


図 1 遠心模型と計測器配置

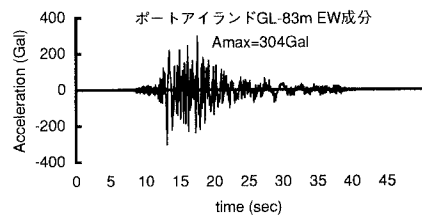


図 2 入力加振波

3. 実験結果及び考察

3.1 地盤の液状化について

図 3 にケース 1 の場合の図 1 の A、B、D、E 点における過剰間隙水圧比の時刻歴波形を示す。また、図 4 にケース 2 の場合の同位置における過剰間隙水圧比の時刻歴波形を示す。図より、これらの位置における地盤の過剰間隙水圧は加振後 3 秒程度で初期有効上載圧まで達しており、その挙動は杭間地盤と自由地盤とでほとんど変わらないことが分かる。図 5 に図 1 の C 点におけるケース 1 とケース 2 の過剰間隙水圧比の時刻歴波形を示す。図より、ケース 1 の場合には過剰間隙水圧は加振後 3 秒程度で初期有効上載圧に達しているのに対して、ケース 2 の場合は過剰間隙水圧は最大で初期有効上載圧の 6 割程度までしか上昇していないことが分かる。

これらの実験結果を踏まえて杭に発生する曲げモーメントについて考察する。

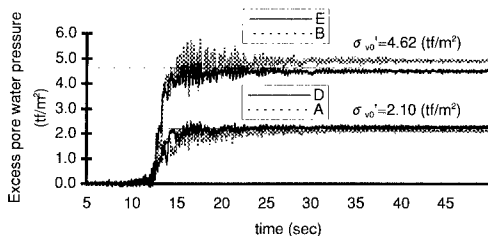


図 3 過剰間隙水圧の時刻歴（ケース 1）

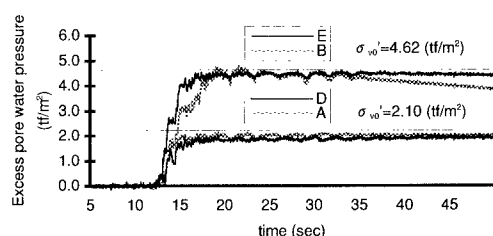


図 4 過剰間隙水圧の時刻歴（ケース 2）

杭基礎構造物、液状化、動的相互作用、遠心模型実験

〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 (新宿センタービル)

TEL 03-5381-5289 FAX 03-3345-1914

3.2 杭の曲げモーメントについて

図6、7にそれぞれケース1の場合のF1、F2における曲げモーメントの時刻歴波形を示す。図6よりF1における曲げモーメントは加振後3秒程度までは大きな振幅を示しその後小さくなる事が分かる。ここで、曲げモーメントにはフーチングおよび上部工の慣性力により発生するものと地盤から受ける力により発生するものが考えられる。F1における曲げモーメントは、周辺地盤が液状化する前に最大となりその後周辺地盤の液状化に伴って小さくなっていることから、そのほとんどが地盤から受ける力により発生するものであると考察される。これに対して、図7よりF2における曲げモーメントは、周辺地盤が液状化しているにもかかわらず、一定の周期で大きな振幅を示すことが分かる。このことから、杭上部の曲げモーメントはフーチングおよび上部工の慣性力により発生するものが支配的であると考えられる。

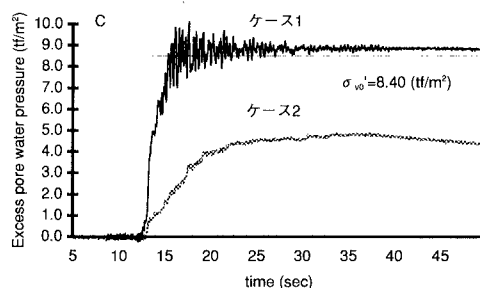


図5 C点の過剰間隙水圧の時刻歴

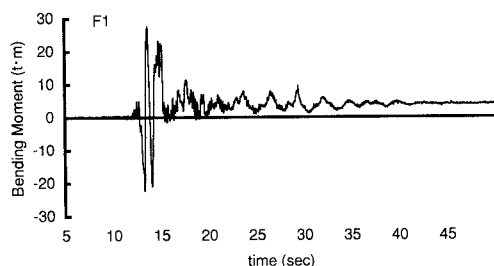


図6 F1点の曲げモーメントの時刻歴（ケース1）

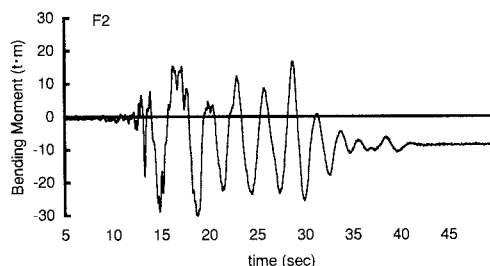


図7 F2点の曲げモーメントの時刻歴（ケース1）

図8、9にそれぞれケース2の場合のF1、F2における曲げモーメントの時刻歴波形を示す。図より、F1における曲げモーメントの振幅が、F2における曲げモーメントの振幅と比較して、ほとんど同程度若くは大きくなることが分かる。このことは、ケース1の結果とは異なるが、杭下部のF1における曲げモーメントが地盤から受ける力により生じるものが支配的であること、およびF1位置の地盤が液状化していないことから説明される。

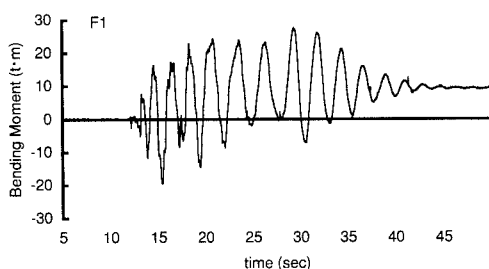


図8 F1点の曲げモーメントの時刻歴（ケース2）

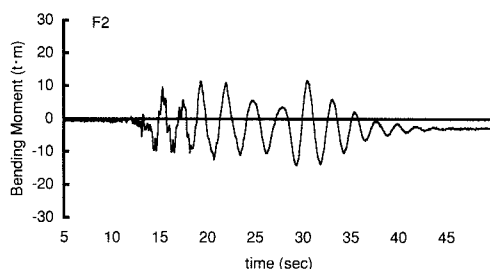


図9 F2点の曲げモーメントの時刻歴（ケース2）

4. 終わりに

著者らは、液状化地盤と基礎構造物との動的相互作用を明らかにするために、杭基礎構造物を対象として遠心実験を行った。その結果、本検討条件においては、杭下部に発生する曲げモーメントは地盤から受ける力による影響が大きく、杭上部に発生する曲げモーメントは構造物の応答の影響が大きいことが分かった。最後に、本論文の作成にあたって御助言を賜った京都大学の岡教授並びに岐阜大学の八嶋教授に謝意を表します。

5. 参考文献

- 1) 名合牧人、立石章、堀越研一、藤原斉郁、古池章紀 (1998)：「液状化地盤とケーソン基礎の動的相互作用に関する実験的研究」第33回地盤工学研究発表会
- 2) 名合牧人、立石章、堀越研一、藤原斉郁、古池章紀 (1998)：「液状化地盤とケーソン基礎の動的相互作用」第10回日本地震工学国内シンポジウム